

Customer No. 31561
Application No.: 10/711,002
Docket No.12278-US-PA

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Applicant : Shei et al.
Application No. : 10/711,002
Filed : Aug 17, 2004
For : WHITE LIGHT LED
Examiner : N/A
Art Unit : 2811

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
Arlington, VA22202

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No.: 93102094, filed on: 2004/1/30.

A return prepaid postcard is also included herewith.

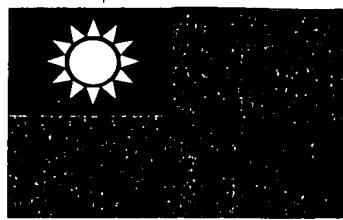
Respectfully Submitted,
JIANQ CHYUN Intellectual Property Office

Dated: January 7, 2005

By: Belinda Lee
Belinda Lee
Registration No.: 46,863

Please send future correspondence to:

7F-1, No. 100, Roosevelt Rd.,
Sec. 2, Taipei 100, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2369 2800
Fax: 886-2-2369 7233 / 886-2-2369 7234
E-MAIL: BELINDA@JCIPGroup.com.tw; USA@JCIPGroup.com.tw



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申 請 日：西元 2004 年 01 月 30 日
Application Date

申 請 案 號：093102094 CERTIFIED COPY OF
Application No. PRIORITY DOCUMENT

申 請 人：元碩光電科技股份有限公司
Applicant(s)

局 長

Director General

蔡 緯 坐

發文日期：西元 2004 年 8 月
Issue Date

發文字號：09320792100
Serial No.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93102094

※申請日期：93. 1. 30. ※IPC 分類：H01L 33/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

白光發光二極體/WHITE LIGHT LED

貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

元砷光電科技股份有限公司/SOUTH EPITAXY CORPORATION

代表人：(中文/英文) 鄭朝元/ CHENG, CHAO-YUAN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台南科學工業園區台南縣新市鄉大順九路 16 號/NO. 16, DA-SHUN 9 RD.,
HSIN-SHUN HSIANG, TAINAN SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK, TAIWAN,
R. O. C.

國籍：(中文/英文) 中華民國/TW

參、發明人：(共6人)

姓名：(中文/英文)

1. 許世昌/HSU, SAMUEL
2. 許進恭/SHEU, JINN KONG
3. 吳瑞孔/WU, JUI KUNG
4. 陳泰佑/CHEN, TAI YU
5. 黃昭龍/HUANG, CHAO LUNG
6. 鄭朝元/CHENG, CHAO YUAN

住居所地址：(中文/英文)

1. 台南市青年路 123 號 6 樓之 2/6F-2, NO. 123, CHING-NIEN RD., TAINAN, TAIWAN, R. O. C.
2. 台南縣將軍鄉將貴村 70 號/NO. 70, JIANGGUEI VILLAGE, JIANGJYUN TOWNSHIP, TAINAN COUNTY 725, TAIWAN R. O. C.
3. 高雄縣鳳山市中山西路 338 巷 1~4 號/NO. 1-4, LANE 338, JHONGSHAN W. RD., FONGSHAN CITY, KAOHSIUNG COUNTY 830, TAIWAN (R. O. C.)
4. 高雄縣林園鄉西溪村中港路 65 巷 9 號/NO. 9, LANE 65, JHONGGANG RD., LINYUAN TOWNSHIP, KAOHSIUNG COUNTY 832, TAIWAN (R. O. C.)
5. 高雄縣林園鄉頂厝村沿海路四段 181-2 號/NO. 181-2, SEC. 4, YANHAI RD., LINYUAN TOWNSHIP, KAOHSIUNG COUNTY 832, TAIWAN (R. O. C.)
6. 台南縣新市鄉大順九路 16 號/ NO. 16, DA-SHUN 9 RD., HSIN-SHUN HSIANG, TAINAN, TAIWAN, R. O. C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定

之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

一種白光發光二極體，至少包括一激發光源及一螢光粉，其中激發光源可發出波長介於 250nm 至 490nm 間之一光線，而螢光粉則配置於激發光源周圍，以接收激發光源所發出之光線。此外，螢光粉之材質係選自($Tb_{3-x-y}Ce_xRe_yAl_5O_{12}$, $(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)_3SiO_5$, $YBO_3:Ce^{3+}$, $YBO_3:Tb^{3+}$, $SrGa_2O_4:Eu^{2+}$, $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, $(Ba,Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}, Mn^{2+}$, $Y_2O_3:Eu^{3+}$, $Y_2O_3:Bi^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Eu^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Bi^{3+}$, $Y_2O_2S:Eu^{3+}$, $Y_2O_2S:Bi^{3+}$, $(Me_{1-x}Eu_x)ReS$, $6MgO, As_2O_5:Mn$, $Mg_3SiO_4:Mn$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, 及 $(Ca,Sr,Ba)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}, Gd^{3+}$. 所組成之族群其中之一。此白光發光二極體具有較高之發光效率及較佳之演色性。

陸、英文發明摘要：

A white light LED is provided. The white light LED comprises an exciting light source and a fluorescent powder. Wherein the wavelength of the light emitted from the exciting light source is between 250nm to 490nm. And the fluorescent powder is disposed around the exciting light source to receive the light emitted from the exciting light source. In addition, the material of the fluorescent powder is selected from the group consisting of $(Tb_{3-x-y}Ce_xRe_yAl_5O_{12})$, $(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)_3SiO_5$, $YBO_3:Ce^{3+}$, $YBO_3:Tb^{3+}$, $SrGa_2O_4:Eu^{2+}$,

$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$, $6\text{MgO}, \text{As}_2\text{O}_5, \text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$,
 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, and $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}, \text{Gd}^{3+}$. The white light LED provides higher luminous efficiency and better color rendering index.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100：白光發光二極體

110：封裝腳架

110a：凹穴

112a：第一接點

112b：第二接點

120：發光二極體晶片

122a：陽極電極

122b：陰極電極

124：激發光

130：封膠

132：螢光粉

134：螢光

140：黏著膠

150：鋸線

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種白光發光二極體，且特別是有關於一種能夠發出三至四種波長之白光發光二極體。

【先前技術】

發光二極體（LED）屬於半導體元件，其發光晶片之材料主要使用Ⅲ-V族化學元素，如：磷化鎵（GaN）、砷化鎵（GaAs）、氮化鎵（GaN）等化合物半導體，其發光原理係將電能轉換為光，也就是對化合物半導體施加電流，透過電子與電洞的結合，將過剩的能量以光的形式釋出，而達成發光的效果。由於發光二極體的發光現象不是藉由加熱發光或放電發光，而是屬於冷性發光，因此發光二極體的壽命長達十萬小時以上，且無須暖燈時間（idling time）。此外，發光二極體具有反應速度快（約為 10^{-9} 秒）、體積小、用電省、污染低（不含水銀）、高可靠度、適合量產等優點，因此其所能應用的領域十分廣泛，其中最值得注意的，當屬白光發光二極體。尤其近年來因為發光二極體之發光效率不斷地提昇，使得白光發光二極體在某些應用領域上，如掃描器之燈源、液晶螢幕之背光源，或是照明設備等，已有逐漸取代傳統之日光燈與白熱燈泡之趨勢。習知白光發光二極體主要包括下列兩種類型：

一、包括多個單色發光二極體晶片，並藉由調整通過每一單色發光二極體晶片之電流來產生白光，其中又可分為同時使用紅光、藍光及綠光發光二極體晶片之三波長

型的白光發光二極體，以及使用黃光及藍光發光二極體晶片之二波長型的白光發光二極體。此種方法之發光效率較高，但因為需同時使用多個單色發光二極體晶片，所以製作成本較高。

二、以藍光發光二極體晶片搭配一黃色無機螢光粉（或黃色有機螢光染料），以產生白光。其中，藍光發光二極體晶片所發出之藍光波長係介於 440nm 及 490nm 之間，而黃色無機螢光粉受到藍光照射之後，可發出黃色之螢光，且當黃色螢光與原有之藍光混光後，便可得到所需之白光。此種白光發光二極體在製作上較上述之第一種白光發光二極體容易，且生產成本也較低，因此目前市面上之白光發光二極體大多為此種形式。然而，由於此種白光發光二極體之發光效率較低，且其為二波長型（僅由藍光及黃光進行混光）之白光發光二極體，因此在演色性及顯示色溫上不如其他三波長型之白光發光二極體。

【發明內容】

有鑑於此，本發明的目的係在提供一種三至四波長型之白光發光二極體，以提供較高之發光效率及較佳之演色性。

基於上述目的，本發明提出一種白光發光二極體，至少包括一激發光源、一承載器、一封膠以及一螢光粉，其中承載器之一表面具有一凹穴，而激發光源係配置於承載器之凹穴內，並與承載器電性連接，且激發光源係發出一光線，而光線之波長介於 250nm 至 490nm 之間。封膠

係配置於承載器上，且封膠覆蓋激發光源，以將激發光源固著於承載器上。此外，螢光粉係配置於激發光源周圍，以接收激發光源所發出之光線，且螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{Tb}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$, $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$, $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 及 $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Gd}^{3+}$. 所組成之族群其中之一。

在本發明的較佳實施例中，上述之白光發光二極體例如更包括多個鋅線，其係電性連接於激發光源與承載器之間。此外，承載器例如可為封裝腳架或電路基板，而激發光源例如可為發光二極體晶片或雷射二極體晶片等。

在本發明的較佳實施例中，上述之螢光粉的材質可視激發光源所發出之光線的波長作調整，其中例如當光線的波長介於 440nm 至 490nm 之間時，螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$ 及 $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 所組成之族群其中之一。此外，例如當光線的波長的波長介於 250nm 至 440nm 之間時，螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{TB}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$,

(Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Mn²⁺, Y₂O₃:Eu³⁺, Y₂O₃:Bi³⁺, (Y,Gd)₂O₃:Eu³⁺, (Y,Gd)₂O₃:Bi³⁺, Y₂O₂S:Eu³⁺, Y₂O₂S:Bi³⁺, (Me_{1-x}Eu_x)ReS, 6MgO,As₂O₅.Mn, Mg₃SiO₄:Mn, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺ 及 (Ca,Sr,Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺,Gd³⁺. 所組成之族群其中之一。

在上述之螢光粉的材質中(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)₃SiO₅, , 0 < x ≤ 0.8, 而 0 ≤ y ≤ 2.0。此外，Me 係選自鈣、鋨、鋇所組成之族群其中之一，而 Re 係選自鑷、銣、釤、鏑、欒、釔、釔、鉬、铕、銩、鎢、鉻、鋨、鏑、釔、釔、釔、鋅、鋁所組成之族群其中之一。

此外，本發明更採用一種發光二極體晶片，係發出一波長介於 250nm 至 490nm 間之光線，而此發光二極體晶片適於作為上述之白光發光二極體的激發光源。發光二極體晶片例如包括一基板、一晶核層、一導電緩衝層、一第一束縛層、一發光層、一第二束縛層、一接觸層、一陽極電極以及一陰極電極。其中，晶核層與導電緩衝層可以依序位於基板上。第一束縛層(下束縛層)位在導電緩衝層上，其中第一束縛層之摻雜物與導電緩衝層之摻雜物為同型，如 P 型或 N 型摻雜物。發光層，位在第一束縛層上，而第二束縛層(上束縛層)位在發光層之上，且第二束縛層之摻雜物與第一束縛層之摻雜物為不同型。接觸層係位在第二束縛層上，且接觸層為具週期變化(periodic)且具調變摻雜(modulated doped) 之半導體材料，例如摻雜鎂、鋅、鍍、鋨、鈣、碳的 P 型超晶格應變層(strained layer

superlattices，SLS)材料結構或例如摻雜矽、鎵、銻、錫、磷、砷的 N 型超晶格應變層。陽極電極係位在接觸層上，而陰極電極係與導電緩衝層接觸，並且與第一束縛層、第二束縛層、發光層、接觸層與陽極電極隔離。

在上述之發光二極體晶片中，第二束縛層之導電型與接觸層兩者之導電型可以為不同型；亦即接觸層之導電型可為 P 型或 N 型。再者，陽極電極與接觸層兩者之導電型亦可以為不同型；亦即陽極電極之導電型可為 P 型或 N 型。

基於上述，本發明之白光發光二極體係以發光波長為 250nm 至 490nm 的發光二極體晶片（或雷射二極體晶片）作為激發光源，並搭配不同材質之螢光粉，以產生例如黃色、紅色、綠色及藍色等不同顏色之螢光，並與原有之激發光源所發出之激發光進行混光，而形成一白光。本發明之白光發光二極體係為三至四波長型之白光發光二極體，其可具有較高之發光效率及較佳之演色性。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

請參考第 1 圖，其繪示本發明之一種白光發光二極體的示意圖。白光發光二極體 100 例如包括一封裝腳架 110、一發光二極體晶片 120 及一封膠 130，其中封裝腳架 110 上例如具有一第一接點 112a、一第二接點 112b 以及

一凹穴 110a，且發光二極體晶片 120 係藉由一黏著膠 140 而配置於凹穴 110a 內。此外，發光二極體晶片 120 具有一陽極電極 122a 及一陰極電極 122b，其分別藉由一鍔線 150 而與封裝腳架 110 之第一接點 112a 及第二接點 112b 電性連接，而封膠 130 係覆蓋於發光二極體晶片 120 之上，以將發光二極體晶片 120 固著於凹穴 110a 內。

請再參考第 1 圖，發光二極體晶片 120 例如可發出一激發光 124，而封膠 130 內例如摻雜有螢光粉 132，其中部分激發光 124 會直接透過封膠 130 出射，而其餘部分激發光 124 則會射至螢光粉 132 上。其中，受到激發光 124 照射後，螢光粉 132 內之螢光物質會受到激發，產生電子能階的躍遷，進而發出一螢光 134，最後藉由激發光 124 與螢光 134 之混光，白光發光二極體 100 便可出射一白光。

此外，除上述之封裝腳架之外，本發明之白光發光二極體亦可採用一電路基板來代替封裝腳架，請參考第 2 圖，其繪示本發明之另一種白光發光二極體的示意圖。白光發光二極體 200 例如包括一電路基板 210、一發光二極體晶片 220 及一封膠 230，其中發光二極體晶片 220 係透過一黏著膠 240 而配置於電路基板 210 之一凹穴 210a 內，並以打線接合的方式與電路基板 210 電性連接。封膠 230 內例如摻雜有螢光粉 232，且封膠 230 係覆蓋於發光二極體晶片 220 之上。然關於上述之相關元件的詳細作用與其連接關係因與第 1 圖中繪示之實施例類似，請參考第 1 圖之相關說明，在此不再重複贅述。

另外，雖然上述圖示中皆繪示兩電極同時位於晶片頂部之發光二極體晶片，但在實際運用上，本發明亦可採用兩電極分別位於晶片之頂部及底部之發光二極體晶片，且隨著電極位置的不同，發光二極體晶片與封裝腳架（電路基板）之間的連接方式亦有所不同。

請參考第 3 圖，其繪示本發明所採用之一種發光二極體晶片的剖面圖。此發光二極體晶片首先提供一基底 300，此基底可以是藍寶石(sapphire)、碳化矽(SiC)、氧化鋅(ZnO)、矽(Si)基底、磷化鎵(GaP)、砷化鎵(GaAs)、氧化鋁(Al₂O₃)等或其他適用的基底材料。接著一層晶核層(nucleation layer) 310 形成位於基底 300 之上，其材料可以是 Al_uIn_vGa_{1-u-v}N(u,v≥0;0≤u+v≤1)。

導電緩衝層 320，其材料可以使用例如 Al_cIn_dGa_{1-c-d}N(c,d≥0;0≤c+d<1)等。一般而言，要直接成長一層高品質之 P 型或 N 型氮化鎵系列化合物磊晶層於基底是相當困難的。此乃因為 P 或 N 型氮化鎵系列半導體與上述常用之基底晶格匹配性很差。因此通常會先形成含氮化鎵系列化合物半導體(gallium nitride-based compound semiconductor)之晶核層 310 及緩衝層 320。在此例子中係以 N 型之 Al_cIn_dGa_{1-c-d}N 做為緩衝層 320，以提高後續之氮化鎵系列化合物結晶成長之品質，同時也提高產品良率。

接著，第一束縛層(lower confinement layer) 330 形成於上述的緩衝層 320 之上。其可以由材料為含氮化鎵之 III-V 族元素化合物。例如摻雜 N 型雜質的 N 型 Al_xIn_yGa_{1-x-y}N(x,y≥0;0≤x+y≤1)。

$x-y$ N ($x,y \geq 0; 0 \leq x+y < 1; x > c$) 所構成。N 型摻雜物的選用為熟悉半導體業者此技藝者所知悉，在此便不加以冗述。

第一束縛層 (lower confinement layer) 330 上具有一主動層 (active layer) 340，或稱為發光層 (light emitting layer) 340。其可以由材料為含氮化鎵之 III-V 族元素氮化化合物所構成。而在此實施例中主動層 340 的材料可以為不經摻雜或摻雜的 $Al_aIn_bGa_{1-a-b}N / Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($a,b \geq 0; 0 \leq a+b < 1; x,y \geq 0; 0 \leq x+y < 1; x > c > a$) 量子井 (quantum well) 結構，其摻雜物可以為 N 型或 P 型，而 N 型或 P 型摻雜物的選用為熟悉半導體業者此技藝者所知悉，在此便不加以冗述。

在主動層 340 上則更具有一第二束縛層 (upper confinement layer) 332，其材料可以為含氮化鎵之 III-V 族元素化合物。例如摻雜 P 型雜質之 P 型 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($x,y \geq 0; 0 \leq x+y < 1; x > c$)。P 型摻雜物的選用為熟悉半導體業者此技藝者所知悉，在此便不加以冗述。N 型或 P 型的主動層 340 係由第一束縛層 330 與第二束縛層 332 所包覆住。上述各層含氮化鎵之 III-V 族元素化合物的材料選用、成分比例、摻雜物的選用等等均可以視實際設計來加以變化，上述所舉的例子僅做為說明之用。

在緩衝層 320 上與第一束縛層 330、第二束縛層 332 與主動層 340 隔離的區域上配置有陰極電極 362。陰極電極 362 的材料可以為 Cr/Pt/Au、Ti/Al/Ti/Au、Ti/Al/Pt/Au、Cr/Al/Pt/Au、Cr/Al/Ti/Au、Pd/Al/Ti/Au、Pd/Al/Pt/Au、

$\text{Nd}/\text{Al}/\text{Pt}/\text{Au}$ 、 $\text{Nd}/\text{Al}/\text{Ti}/\text{Au}$ 、 $\text{NiAl}/\text{Ti}/\text{Au}$ 、 $\text{NiAl}/\text{Pt}/\text{Au}$ 、 $\text{NiAl}/\text{Cr}/\text{Au}$ ……等，其與導電緩衝層有好的歐姆接觸，進而有較低之接觸電阻。

接著，在第二束縛層 332 上方形成一接觸層 350。其中，接觸層 350 係由具有極高載子(carrier)濃度之 III-V 族元素材料所構成，例如可以是超晶格應變層(SLS)，其材料例如為含氮化鎵之 III-V 族元素化合物之材料，例如 $\text{Al}_u\text{In}_v\text{Ga}_{1-u-v}\text{N}/\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ SLS ($u,v \geq 0; 0 \leq u+v \leq 1; x,y \geq 0; 0 \leq x+y < 1; x > u$)。而此超晶格應變層係採用所謂的調變摻雜(modulation doped)，且其摻雜物可以為 N 型或 P 型摻雜，其中較佳為 P 型摻雜物。

接著，在接觸層 350 上形成一陽極電極 360，其材料為薄金屬，例如 Ni/Au 、 TiN 、 $\text{Pd}/\text{Au}/\text{Pt}/\text{Au}$ 等、或 N-型之透明導電氧化層(transparent conductive oxide, TCO) 例如氧化銦錫(ITO)、氧化錫鎘(CTO)、 $\text{AgInO}_2:\text{Sn}$ 與 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Zn}$ 等，或 P 型之 TCO 例如 CuAlO_2 、 La CuOS 、 CuGaO_2 與 SrCu_2O_2 等等。

依照本發明之特徵，上述之發光二極體晶片所發出之激發光的波長例如可介於 250nm 至 490nm 之間，而螢光粉例如包括黃光螢光粉、紅光螢光粉、綠光螢光粉以及藍光螢光粉等。其中，黃光螢光粉之材質例如可選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 及 $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$ 所組成之族群其中之一；紅光螢光粉之材質例如可選自 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$ 、 $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$ ，

(Me_{1-x}Eu_x)ReS 及 6MgO,As₂O₅,Mn, Mg₃SiO₄:Mn, 所組成之族群其中之一；綠光螢光粉之材質例如可選自 YBO₃:Ce³⁺, YBO₃:TB³⁺, SrGa₂O₄:Eu²⁺, SrAl₂O₄:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺及(Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇: Eu²⁺,Mn²⁺所組成之族群其中之一，而藍光螢光粉之材質例如可選自 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺及(Ca,Sr,Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺,Gd²⁺ 所組成之族群其中之一，且 $0 < x \leq 0.8$ ， $0 \leq y \leq 2.0$ ，而 Me 係選自鈣、鋨、鋇所組成之族群其中之一，且 Re 係選自鑷、鉤、釤、鑩、鈓、鉗、銻、鉻、鋨、鑑、釔、鋁、鋅所組成之族群其中之一。

值得注意的是，隨著激發光之波長（頻率）及其所搭配之螢光粉的不同，本發明之白光發光二極體所輸出之發射光譜亦有所不同，下文中特舉多個實施例加以說明。

【實施例一】(激發光之波長介於 440nm 至 490nm 之間)

舉例而言，當發光二極體晶片為一波長介於 440nm 至 490nm 之間的藍光發光二極體晶片時，螢光粉例如包括上述之黃光螢光粉以及紅光螢光粉等激發能階較低之螢光材料。請參考第 4 圖，其繪示本發明之第一實施例之一種白光發光二極體的放射光譜，其中螢光粉之配比例例如可為 92% 之黃光螢光粉 (Tb₃(Al,Si)₅O₁₂:Gd³⁺,Ce³⁺,Y³⁺,Dy³⁺ 搭配 8% 之紅光螢光粉 ((Sr,Ca)ReS:Eu²⁺)，而發光二極體晶片例如發出波長為 470nm 之藍色激發光。在經過激發光照射後，黃光螢光粉例如可發出波長介於 540nm~580nm 之間的黃色螢光 410，而紅光螢光粉例如可發出波長峰值為

610nm 之紅色螢光 420。在藍色激發光、黃色螢光以及紅色螢光的混光下，便可形成一高演色性之白光，而本發明之白光發光二極體則為三波長型白光發光二極體。

基於上述之第一實施例，在不變更螢光粉之材料種類，而僅變更每一種材料之組成百分比的前提下，白光發光二極體所輸出之結果亦將有所不同。例如將螢光粉之配比變更為 20% 之黃光螢光粉 ($Tb_3(Al,Si)_5O_{12}:Gd^{3+}, Ce^{3+}, Y^{3+}, Dy^{3+}$) 搭配 80% 之紅光螢光粉 ((Sr,Ca)ReS:Eu²⁺)，而發光二極體晶片例如可發出波長為 450nm 之藍色激發光。如此一來，在激發光照射後，紅光螢光粉所發出之紅色螢光將比黃光螢光粉所發出之黃色螢光具有較高之光強度，而在混光後則可形成一高亮度之粉紅光。

【實施例二】(激發光之波長介於 395nm 至 440nm 之間)

請參考第 5 圖，其繪示本發明之第二實施例之一種白光發光二極體的放射光譜，其中取適當之螢光粉配比，包括黃光螢光粉 ($Tb_3Al_5O_{12}:Gd^{3+}, Ce^{3+}, Y^{3+}, Sr_3SiO_5:Eu^{2+}$)，綠光螢光粉 ($SrAl_2O_4:Eu^{2+}, (Ba, Sr)_{2.5}SiO_5:Eu^{2+}$)，紅色螢光粉 ((Sr,Ca)ReS:Eu²⁺, Mg₃SiO₄:Mn) 及藍光螢光粉 ((Ca, Sr, Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺, Gd³⁺)，並提供一波長為 405nm 之藍紫光作為激發光。其中，藍光螢光粉吸收激發光後，可放射出 460nm 波長之藍色螢光 510，綠光螢光粉受激發後可放射出 520nm 波長之綠色螢光 520，而紅光螢光粉可發出 610nm 波長之紅色螢光 540。此外，黃光之螢光粉則

可吸收藍光螢光粉所發出之部分藍色螢光，進而放射出黃色螢光 530，並與藍紫色激發光、紅色螢光、藍色螢光以及綠色螢光形成一四波長且演色性較佳之白光。

【實施例三】(激發光之波長介於 250nm 至 395nm 之間)

請參考第 5 圖，其繪示本發明之第三實施例之一種白光發光二極體的放射光譜，其中取適當之螢光粉配比，包括黃光螢光粉 ($Tb_3Al_5O_{12}:Gd^{3+}, Ce^{3+}, Y^{3+}$, $Sr_3SiO_5:Eu^{2+}$)、綠光螢光粉 ((Ba, Sr)_{2.5} $SiO_5:Eu^{2+}$, (Ba, Sr) $MgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, (Ba, Sr) $MgAl_{10}O_{17}:Mn^{2+}$)、紅色螢光粉 ((Sr, Ca) $ReS:Eu^{2+}$, $Mg_3SiO_4:Mn$, $6MgO \cdot As_2O_5:Mn^{2+}$ 以 及 藍 光 螢 光 粉 ((Ca, Sr, Ba)₅(PO_4)₃ $Cl:Eu^{2+}, Gd^{3+}$), 並提供一波長為 385nm 之紫光作為激發光。其中，在受激發光激發後，綠光螢光粉可放射出 510nm 波長之綠色螢光 620，藍光螢光粉可放射出 450nm 波長之藍色螢光 610，紅光螢光粉可增強波長為 660nm 之紅色螢光 640，而黃光螢光粉在吸收藍光螢光粉所發射之部分藍色螢光後，可發射出黃色螢光 630，進而形成一四波長且演色性更佳之白光。

由上述多個實施例可知，本發明之白光發光二極體係應用一較高能量之激發光，例如波長介於 365nm 至 395nm 之間的紫光激發光，或甚至是波長更低（小於 365nm）的紫外光激發光，而螢光粉除習知之紅光螢光粉或黃光螢光粉之外，更包括綠光螢光粉或藍光螢光粉等激發能階較高之材料。並且，本發明之發光二極體晶片所發出之激發光的波長愈短，其能量相對愈高，而可與此激發

光反應的螢光粉種類亦相對愈多，且螢光粉受激發的程度也愈完全。

綜上所述，本發明之特徵係在於藉由波長介於 250nm 至 490nm 之間的激發光源，來對可發出不同顏色之激發光的螢光粉進行激發的動作，因此隨著激發光源之波長（頻率）的不同，能受到激發之螢光粉的材質也有所不同。與習知之二波長型之白光發光二極體相較之下，本發明之三至四波長型之白光發光二極體具有較高之發光效率及較佳之演色性。此外，相較於習知之使用多個發光二極體晶片進行混光的白光發光二極體，本發明之白光發光二極體亦具有較低之生產成本及較快速之生產速度。

值得一提的是，本發明之白光發光二極體的激發光源，除上述實施例繪示之發光二極體晶片外，尚包括雷射二極體等其他激發光源。此外，在不脫離本發明的精神範圍內，本發明之螢光粉的配比以及其所選用之材質，當可隨所需之輸出光的性質（如顏色或亮度等）以及激發光源之波長等外在條件進行變更，而本發明之白光發光二極體更可藉由螢光粉之材質的調配，而輸出特定亮度或顏色之輸出光，進而發展為全彩色系列之發光二極體。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示爲本發明之較佳實施例之一種白光發光二極體的示意圖。

第 2 圖繪示爲本發明之較佳實施例之一種白光發光二極體的示意圖。

第 3 圖繪示爲本發明所採用之一種發光二極體晶片的剖面圖。

第 4 圖繪示爲本發明之第一實施例之一種白光發光二極體的放射光譜。

第 5 圖繪示爲本發明之第二實施例之一種白光發光二極體的放射光譜。

第 6 圖繪示爲本發明之第三實施例之一種白光發光二極體的放射光譜。

【圖式標示說明】

100：白光發光二極體

110：封裝腳架

110a：凹穴

112a：第一接點

112b 第二接點

120：發光二極體晶片

122a：陽極電極

122b：陰極電極

124：激發光

130：封膠

132：螢光粉

- 134 : 螢光
- 140 : 黏著膠
- 150 : 錐線
- 200 : 白光發光二極體
- 210 : 電路基板
- 210a : 凹穴
- 220 : 發光二極體晶片
- 230 : 封膠
- 232 : 螢光粉
- 240 : 黏著膠
- 300 : 基底
- 310 : 晶核層
- 320 : 導電緩衝層
- 330 : 第一束縛層
- 332 : 第二束縛層
- 340 : 主動層
- 350 : 接觸層
- 360 : 陽極電極
- 362 : 陰極電極
- 410 : 黃色螢光
- 420 : 紅色螢光
- 510 : 藍色螢光
- 520 : 綠色螢光
- 530 : 黃色螢光

540 : 紅色螢光

610 : 藍色螢光

620 : 綠色螢光

630 : 黃色螢光

640 : 紅色螢光

拾、申請專利範圍：

1. 一種白光發光二極體，至少包括：

一激發光源，係發出一光線，且該光線之波長介於 250nm 至 490nm 之間；以及

一螢光粉，配置於該激發光源周圍，並適於接收該激發光源所發出之該光線，且該螢光粉之材質係選自 $(Tb_{3-x-y}Ce_xRe_y)Al_5O_{12}$, $(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)_3SiO_5$, $YBO_3:Ce^{3+}$, $YBO_3:TB^{3+}$, $SrGa_2O_4:Eu^{2+}$, $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, $(Ba,Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, $(Ba,Sr)MgAl_{10}O_{17}:Mn^{2+}$, $Y_2O_3:Eu^{3+}$, $Y_2O_3:Bi^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Eu^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Bi^{3+}$, $Y_2O_2S:Eu^{3+}$, $Y_2O_2S:Bi^{3+}$, $(Me_{1-x}Eu_x)ReS$, $6MgO,As_2O_5:Mn$, $Mg_3SiO_4:Mn$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ 及 $(Ca,Sr,Ba)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+},Gd^{2+}$ 所組成之族群其中之一。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 440nm 至 490nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 $(Tb_{3-x-y}Ce_xRe_y)Al_5O_{12}$, $(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)_3SiO_5$, $Y_2O_3:Eu^{3+}$, $Y_2O_3:Bi^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Eu^{3+}$, $(Y,Gd)_2O_3:Bi^{3+}$, $Y_2O_2S:Eu^{3+}$, $Y_2O_2S:Bi^{3+}$, $(Me_{1-x}Eu_x)ReS$, $6MgO,As_2O_5:Mn$, 及 $Mg_3SiO_4:Mn$ ，所組成之族群其中之一。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 250nm 至 440nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 $(Tb_{3-x-y}Ce_xRe_y)Al_5O_{12}$, $(Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)_3SiO_5$, $YBO_3:Ce^{3+}$, $YBO_3:TB^{3+}$, $SrGa_2O_4:Eu^{2+}$, $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, $(Ba,Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$, $(Ba,Sr)MgAl_{10}O_{17}:Mn^{2+}$, $Y_2O_3:Eu^{3+}$,

$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$, $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$, $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 及 $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Gd}^{2+}$ 所組成之族群其中之一。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中 $0 < x \leq 0.8$ ，而 $0 \leq y \leq 2.0$ 。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中 Me 係選自鈣、鋨、鎢所組成之族群其中之一。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中 Re 係選自鑷、銣、釤、鏑、欒、釔、鉗、鎢、鑑、鉻、鋨、鋨、鏑、釔、鋁、鋅所組成之族群其中之一。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之白光發光二極體，其中該激發光源包括發光二極體晶片及雷射二極體晶片其中之一。

8.一種白光發光二極體，至少包括：

一承載器，該承載器之一表面具有一凹穴；

一激發光源，配置於該承載器之該凹穴內，並與該承載器電性連接，該激發光源係發出一光線，且該光線之波長介於 250nm 至 490nm 之間；

一封膠，配置於該承載器上，且該封膠覆蓋該激發光源，以將該激發光源固著於該承載器上；以及

一螢光粉，配置於該封膠內，並適於接收該激發光源所發出之該光線，且該螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$,

$\text{YBO}_3:\text{TB}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$, $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$,
 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 及 $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Gd}^{2+}$ 所組成之
 族群其中之一。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，更包括多數個鋱線，且該些鋱線係電性連接於該激發光源與該承載器之間。

10.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中該承載器包括封裝腳架及電路基板其中之一。

11.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中該激發光源包括發光二極體晶片及雷射二極體晶片其中之一。

12.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 440nm 至 490nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$,
 $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, 及 $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$, 所組成之族群其中之一。

13.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 250nm 至 440nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$

y Eu_xRe_y)₃SiO₅, YBO₃:Ce³⁺, YBO₃:TB³⁺, SrGa₂O₄:Eu²⁺, SrAl₂O₄:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Mn²⁺, Y₂O₃:Eu³⁺, Y₂O₃:Bi³⁺, (Y,Gd)₂O₃:Eu³⁺, (Y,Gd)₂O₃:Bi³⁺, Y₂O₂S:Eu³⁺, Y₂O₂S:Bi³⁺, (Me_{1-x}Eu_x)ReS, 6MgO,As₂O₅,Mn, Mg₃SiO₄:Mn, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺及(Ca,Sr,Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺,Gd²⁺所組成之族群其中之一。

14.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中 $0 < x \leq 0.8$ ，而 $0 \leq y \leq 2.0$ 。

15.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中 Me 係選自鈣、鋯、鋇所組成之族群其中之一。

16.如申請專利範圍第 8 項所述之白光發光二極體，其中 Re 係選自鑷、銣、釤、鏑、欒、釔、鉗、铕、銩、鑑、鎢、鉻、鋨、鏽、釤、鋁、鋅所組成之族群其中之一。

17.一種白光發光二極體，至少包括：

一發光二極體晶片，係發出一光線，且該光線之波長介於 250nm 至 490nm 之間，該發光二極體晶片至少包括：

一基板；

一晶核層，位於該基板上；

一導電緩衝層，位在該晶核層上；

一第一束縛層，位在該導電緩衝層上，其中該第一束縛層之摻雜物(導電型)與該導電緩衝層之摻雜物(導電型)為同型；

一發光層，位在該第一束縛層上，該發光層係由具有摻雜之三-五族元素為主所構成的半導體材料；

一第二束縛層，位在該發光層上，其中該第二束縛層之摻雜物(導電型)與該第一束縛層之摻雜物(導電型)為不同型；

一接觸層，位在該第二束縛層上，該接觸層係一超晶格結構材料層；

一陽極電極，位在該接觸層上；

一陰極電極，與該導電緩衝層接觸，並且與該第一與該第二束縛層、該發光層、該接觸層及該陽極電極隔離；以及

一螢光粉，配置於該激發光源周圍，並適於接收該激發光源所發出之該光線，且該螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{TB}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Me}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{ReS}$, $6\text{MgO},\text{As}_2\text{O}_5,\text{Mn}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_4:\text{Mn}$, $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 及 $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+},\text{Gd}^{2+}$ 所組成之族群其中之一。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 440nm 至 490nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 $(\text{Tb}_{3-x-y}\text{Ce}_x\text{Re}_y)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Me}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Re}_y)_3\text{SiO}_5$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $(\text{Y},\text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,

(Y,Gd)2O3:Bi³⁺, Y2O2S:Eu³⁺, Y2O2S:Bi³⁺, (Me_{1-x}Eu_x)ReS, 6MgO,As₂O₅:Mn, 及 Mg₃SiO₄:Mn, 所組成之族群其中之一。

19.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中當該光線之波長介於 250nm 至 440nm 之間時，該螢光粉之材質係選自 (Tb_{3-x-y}Ce_xRe_y)Al₅O₁₂, (Me_{1-x-y}Eu_xRe_y)₃SiO₅, YBO₃:Ce³⁺, YBO₃:TB³⁺, SrGa₂O₄:Eu²⁺, SrAl₂O₄:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, (Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Mn²⁺, Y₂O₃:Eu³⁺, Y₂O₃:Bi³⁺, (Y,Gd)2O₃:Eu³⁺, (Y,Gd)2O₃:Bi³⁺, Y₂O₂S:Eu³⁺, Y₂O₂S:Bi³⁺, (Me_{1-x}Eu_x)ReS, 6MgO,As₂O₅:Mn, Mg₃SiO₄:Mn, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺ 及 (Ca,Sr,Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺,Gd²⁺所組成之族群其中之一。

20.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中 $0 < x \leq 0.8$ ，而 $0 \leq y \leq 2.0$ 。

21.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中 Me 係選自鈣、鋯、鋇所組成之族群其中之一。

22.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中 Re 係選自鑷、銣、釤、鏑、鈦、釔、鉗、鏘、鈸、鑑、鉻、鎵、鑷、鑿、釔、釤、鋁、鋅所組成之族群其中之一。

23.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中該接觸層之超高導電率材料為超晶格應變層(strained layer superlattices)。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之白光發光二極體，

其中該接觸層之導電型與該第二束縛層之導電型不同。

25.如申請專利範圍第 23 項所述之白光發光二極體，其中該接觸層之導電型與該陽極電極之導電型不同。

26.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中該陽極電極包括半導體製程常用金屬及其彼此之間之多層組合，而且該陽極電極之總厚度不超過 0.1 微米。

27.如申請專利範圍第 26 項所述之白光發光二極體，其中該陽極電極包括 TCO (transparent conductive oxide)，其包括 N-型導電之氧化銦錫(ITO)、氧化錫鎘(CTO)、ZnO:Al、ZnGa₂O₄、SnO₂:Sb、Ga₂O₃:Sn、AgInO₂:Sn 與 In₂O₃:Zn，或 P 型導電之 CuAlO₂、LaCuOS、NiO、CuGaO₂ 與 SrCu₂O₂。

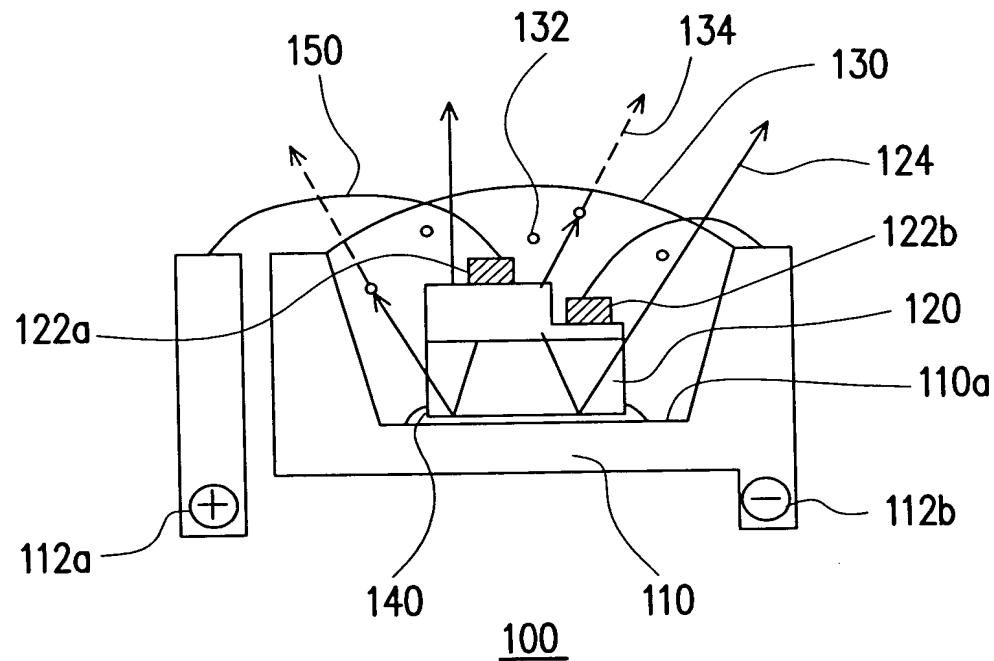
28.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中該基板之材料至少包括氧化鋁(sapphire)、碳化矽(SiC)、氧化鋅(ZnO)、矽(Si)基板、磷化鎵(GaP)、砷化鎵(GaAs)。

29.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，其中該發光層之材料包括一摻雜之以三-五族元素為主的一半導體量子井(quantum well)結構。

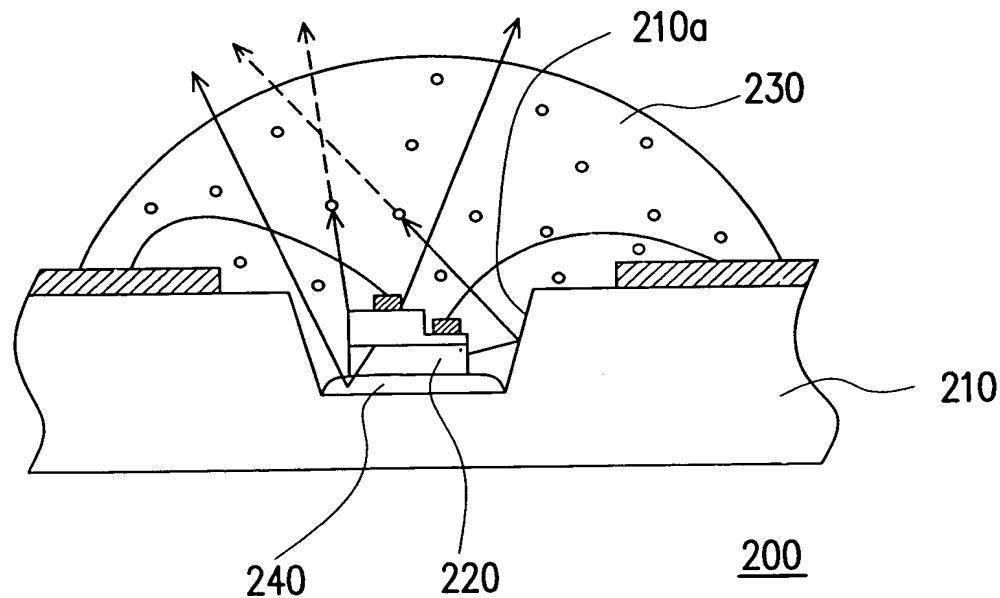
30.如申請專利範圍第 29 項所述之白光發光二極體，其中該量子井結構係摻雜之以三-五族元素為主的半導體化合物，包括 Al_aIn_bGa_{1-a-b}N / Al_xIn_yGa_{1-x-y}N，其中 $a, b \geq 0; 0 \leq a+b < 1; x, y \geq 0; 0 \leq x+y < 1; x > c > a$ 。

31.如申請專利範圍第 17 項所述之白光發光二極體，

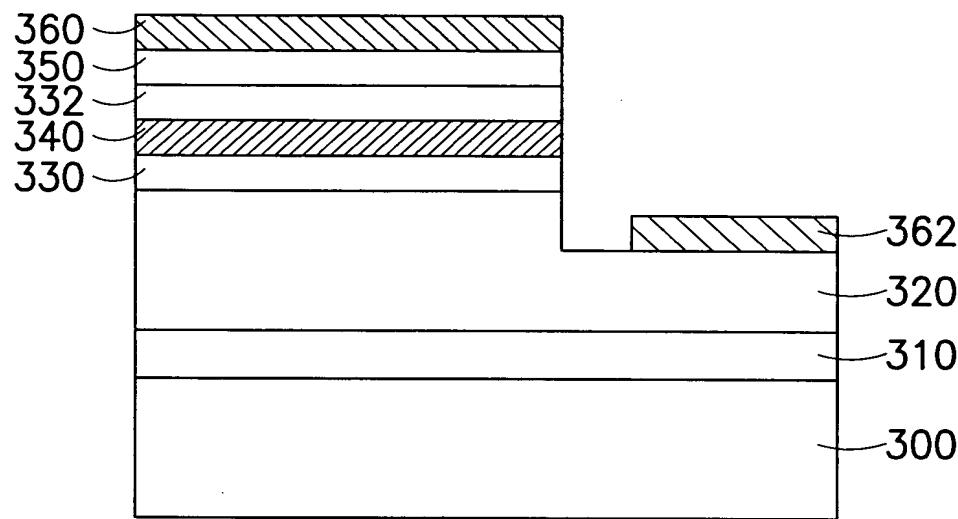
其中該陰極電極之材料至少包括 Cr/Pt/Au 、 Ti/Al 、
Ti/Al/Ti/Au 、 Ti/Al/Pt/Au 、 Ti/Al/Ni/Au 、 Ti/Al/Pd/Au 、
Ti/Al/Cr/Au 、 Ti/Al/Co/Au 、 Cr/Al/Cr/Au 、 Cr/Al/Pt/Au 、
Cr/Al/Pd/Au 、 Cr/Al/Ti/Au 、 Cr/Al/Co/Au 、 Cr/Al/Ni/Au 、
Pd/Al/Ti/Au 、 Pd/Al/Pt/Au 、 Pd/Al/Ni/Au 、 Pd/Al/Pd/Au 、
Pd/Al/Cr/Au 、 Pd/Al/Co/Au 、 Nd/Al/Pt/Au 、 Nd/Al/Ti/Au 、
Nd/Al/Ni/Au 、 Nd/Al/Cr/Au 、 Nd/Al/Co/Au 、 Hf/Al/Ti/Au 、
Hf/Al/Pt/Au 、 Hf/Al/Ni/Au 、 Hf/Al/Pd/Au 、 Hf/Al/Cr/Au 、
Hf/Al/Co/Au 、 Zr/Al/Ti/Au 、 Zr/Al/Pt/Au 、 Zr/Al/Ni/Au 、
Zr/Al/Pd/Au 、 Zr/Al/Cr/Au 、 Zr/Al/Co/Au 、 TiNx/Ti/Au 、
TiNx/Pt/Au 、 TiNx/Ni/Au 、 TiNx/Pd/Au 、 TiNx/Cr/Au 、
TiNx/Co/Au 、 TiWNx/Ti/Au 、 TiWNx/Pt/Au 、 TiWNx/Ni/Au 、
TiWNx/Pd/Au 、 TiWNx/Cr/Au 、 TiWNx/Co/Au 、 NiAl/Pt/Au 、
NiAl/Cr/Au 、 NiAl/Ni/Au 、 NiAl/Ti/Au 、 Ti/NiAl/Pt/Au 、
Ti/NiAl/Ti/Au 、 Ti/NiAl/Ni/Au 、 Ti/NiAl/Cr/Au 。



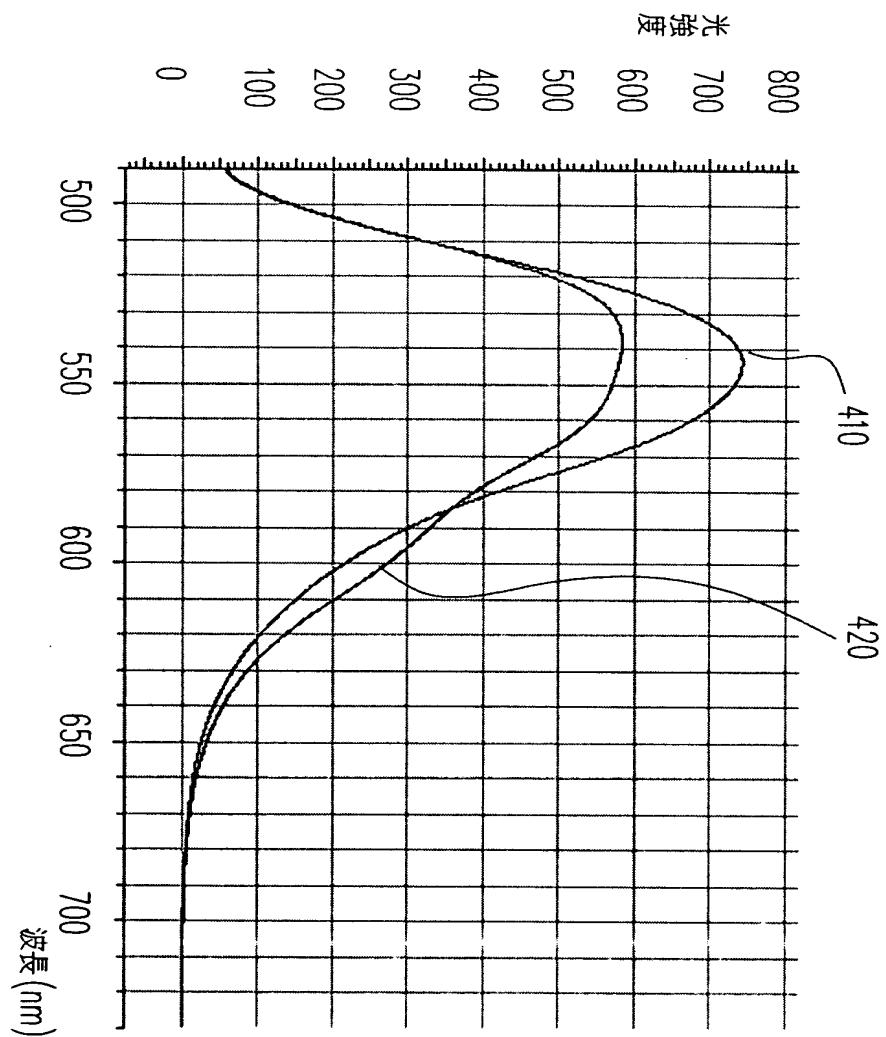
第 1 圖



第 2 圖

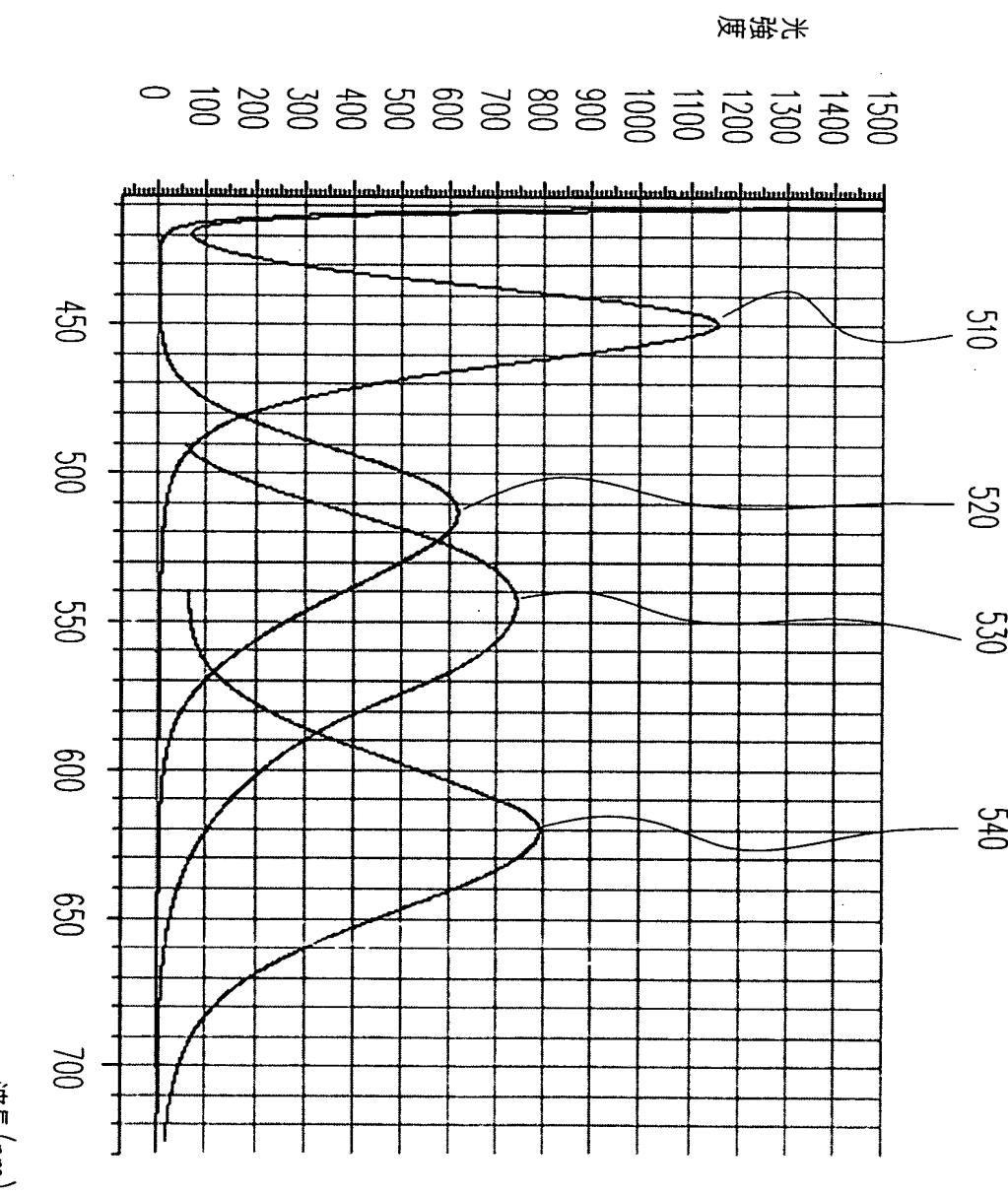


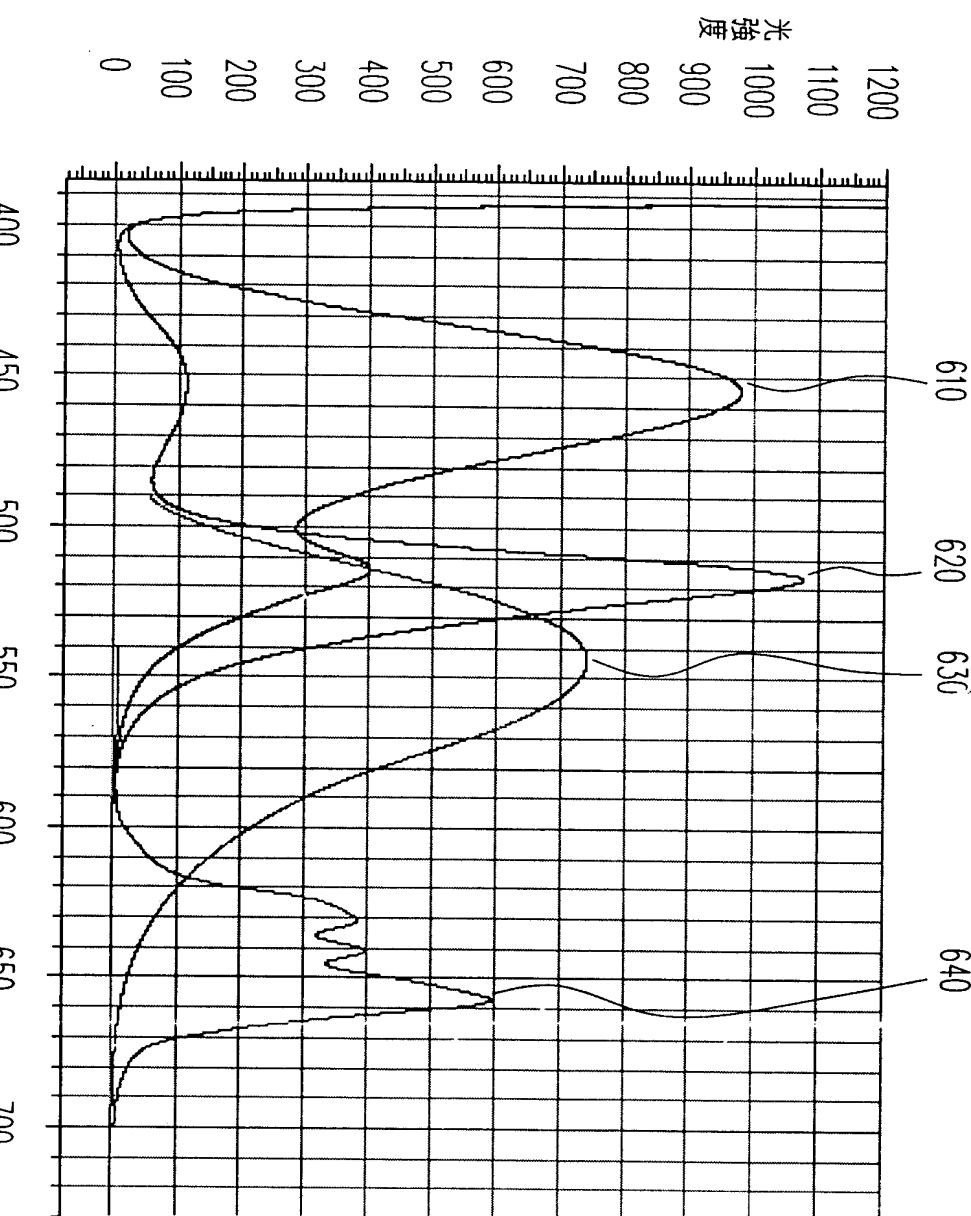
第 3 圖



第 4 圖

第 5 圖





第 6 圖